

SEMICONDUCTOR PHOTOAMPLIFYING ELEMENT

Patent Number: JP61168982
Publication date: 1986-07-30
Inventor(s): KOBAYASHI UICHIRO
Applicant(s): HITACHI TOBU SEMICONDUCTOR LTD; others: 01
Requested Patent: ☐ JP61168982
Application Number: JP19850009056 19850123
Priority Number(s):
IPC Classification: H01S3/18
EC Classification:
Equivalents: JP2044920C, JP7066993B

Abstract

PURPOSE:To enable oscillation control high-output laser light by small signal current impressed to a trigger electrode, by a method wherein a drive electrode, which injects a continuous current to an optical waveguide path, and the trigger electrode, which injects electric current at the time of laser oscillation are provided.

CONSTITUTION:An anode electrode 25 is constituted of a trigger electrode 21 and a drive electrode 22, and the current injection unit 27 of the trigger electrode 21 is extended horizontally to a center section of an optical waveguide path, and the current injection unit 28 of the drive electrode 22 is extended horizontally to the upper both edge side of the optical waveguide path so as to hold the trigger electrode 21 between them. Prescribed voltage is impressed usually between the drive electrode 22 and a cathode electrode 26, and electric current is flown between the cathode electrode (an electrode 4) and the drive electrode 22 at the state that the signal does not send to the trigger electrode 21, and electric current does not send to the center part of the optical waveguide path, then laser oscillation does not generates. If the signal current flows to the trigger electrode 22, electric current flows to whole length of the optical waveguide path, thus laser light 31 is emitted from the mirror face of both edge of the optical waveguide path.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-168982

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)7月30日

H 01 S 3/18
// H 01 L 27/15

7377-5F
6819-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 半導体光増幅素子

⑰ 特 願 昭60-9056

⑱ 出 願 昭60(1985)1月23日

⑲ 発 明 者 小 林 宇 一 郎 埼玉県入間郡毛呂町大字旭台15番地 日立入間電子株式会社内

⑳ 出 願 人 日立入間電子株式会社 埼玉県入間郡毛呂山町大字旭台15番地

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

発明の名称 半導体光増幅素子

特許請求の範囲

1. 光導波路と、この光導波路を挟んで配設された一対の電極とを有する半導体レーザ構造の半導体光増幅素子であって、前記電極の一方は電氣的に相互に独立した複数の電極からなっていることを特徴とする半導体光増幅素子。

2. 前記光導波路の一面側に設けられる複数の電極は光導波路の中央部分に対応して設けられたトリガー電極と、前記光導波路の両端側に延在する駆動電極と、からなっていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体光増幅素子。

3. 前記トリガー電極と駆動電極が設けられる光導波路上の半導体層部分は光導波路の近傍部分まで電氣的に分断されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体光増幅素子。

発明の詳細な説明

(技術分野)

本発明は半導体光増幅素子、たとえば、端面の

共振器(光導波路)端からレーザ光を発光する半導体レーザ素子に光増幅作用を備えさせた半導体レーザ素子あるいはこのような半導体レーザ素子を有する集積化光デバイス(OEIC素子)等の半導体光増幅素子に関する。

(背景技術)

光通信用光源あるいはデジタルオーディオディスク、ビデオディスク、レーザビームプリンタ等の情報処理用光源として、たとえば、工業調査会発行「電子材料」1983年10月号、昭和58年10月1日発行、P39~P48に記載されているように、半導体レーザが開発されている。これら、半導体レーザ(半導体レーザ素子:レーザチップ)の多くは、前記文献で示されているように、光導波路を挟む一対の表面面にそれぞれ電極が設けられており、これら一対の電極(アノード電極、カソード電極)間に所定の電圧が印加されると、光導波路端面(ミラー面)からレーザ光が発光される構造となっている。

ところで、本発明者が行った不良解析によると、

レーザ発振が生じない不良品の中にも、印加電圧を閾電流値以上に大きくすると急にレーザ発振するものがあることがわかった。すなわち、第2図に示されるように、レーザチップ1の光導波路(共振器端面)2の電極3、4において、前記光導波路に対応する部分にピンホール等による電極の欠落があると、その電極欠落箇所5に対応する光導波路部分では、第3図に示されるように、電流6が充分流れないことから、電極欠落箇所5が対応する光導波路2部分では励起が充分とはならず、第4図に示されるように縦軸を光出力(Po)、横軸を注入電流(I)とするグラフで示されるごとく、所定の閾値aではレーザ光が発振されない。したがって、実際の作業現場では、このようなレーザチップは不良品として処理される。

しかし、このような電極欠落箇所5のあるレーザチップ1であっても、閾電流値よりも比較的大きな電流(b)を流すと、突然出力の大きいレーザ光が発光することがわかった。

そこで、前記電極欠落箇所5に独立した電極を

されると、高出力のレーザ光を発振するため、光増幅効果が生み出され、高性能な半導体光増幅素子を提供することができる。

(実施例)

第1図は本発明の一実施例による半導体光増幅素子の概要を示す斜視図、第5図は第1図に示された半導体光増幅素子のトリガー電極に信号が入らないレーザ発光のない状態における電流の流れ状態を示す断面的模式図、第6図は同じく半導体光増幅素子のレーザ発光状態における電流の流れ状態を示す断面的模式図、また、第7図～第12図は本発明の一実施例による半導体光増幅素子の製造における各製造工程でのワークであるウエハを示す図であって、第7図は本発明の半導体光増幅素子の製造に用いられるウエハの断面図、第8図はメサエッチングが施されたウエハの断面図、第9図は埋め込み成長処理が施されたウエハの断面図、第10図は光導波路上のクラッド層が途中深さまでエッチングされた状態を示す断面図、第11図は亜鉛拡散処理が施されたウエハの断面図、

設け、この電極をトリガー電極として使用することにより、小さな信号電流でレーザ発振が行なえる半導体光増幅素子とすることができることに気が付き本発明をなした。

(発明の目的)

本発明の目的は小さな信号電流で高出力レーザ光の発振制御が可能な半導体光増幅素子を提供することにある。

本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面からあきらかになるであろう。

(発明の概要)

本願において開示される発明のうち代表的なもの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

すなわち、本発明は、光導波路の一方の面側に光導波路の一部に常時電流を注入する駆動電極と、光導波路の他部にレーザ発振時に電流を注入するトリガー電極と、が設けられた構造となっていることから、トリガー電極に小さな信号電流が印加

第12図は電極が形成された状態のウエハの断面図、第13図は半導体光増幅素子を示す斜視図である。

この実施例における半導体光増幅素子(チップとも称する。)は、第13図に示されるような構造となっている。また、このチップは、第7図～第12図に示す製造段階を経て製造される。

この実施例では、光通信用に用いられる埋め込みヘテロ構造(BH; buried-hetero structure)の半導体レーザ素子(レーザチップ)に本発明を適用した例について説明する。

第13図に示されるようなチップの構造説明については、第7図～第12図に示す製造状態を説明することによって説明することにする。

レーザチップの製造に際して、最初に第7図に示されるような化合物半導体薄板(ウエハ)7が用意される。このウエハ7はn形InPの基板8と、この基板8の(100)結晶面上に液相エピタキシャル法によって順次形成されたn形InP

のバッファ層9、InGaAsPの活性層10、p形InPのクラッド層11、p形InGaAsPのキャップ層12からなる多層成長層13と、からなり、バッファ層9、活性層10、クラッド層11とによってダブルヘテロ接合構造を構成している。前記基板8は200 μ m前後の厚さとなり、活性層10は0.15 μ mの厚さ、他の各層はおよそ1~2 μ m前後の厚さとなっている。

つぎに、第8図にされるように、ウエハ7の主面(上面)にCVD(化学気相堆積)法で絶縁膜(SiO₂)が形成されるとともに、ホトリソグラフィによりこの絶縁膜は部分的に除去され、<110>劈開方向と平行に幅5~6 μ mの多数のストライプ状のマスク14が形成される。その後、このウエハ7のマスク14から露出する半導体層はブロメタノール等のエッチング液でエッチングされる。エッチングはバッファ層9の途中あるいは基板8の表層部に達するように行われる。この実施例ではエッチングはバッファ層9の途中まで達している。前記マスク14に被われた活性層1

0から上方部分は異方性エッチングの結果、その断面が逆三角形となる逆メサ部となり結晶の<110>方向に沿ってストライプ状に残留し、かつ、活性層10から下方は放物線を描くような順メサ部となっている。なお、各マスク間隔はおよそ400 μ mとなっている。

つぎに、ウエハ7の主面に部分的に延在するマスク14は除去される。その後、第9図に示すように、エッチングによって窪んだ部分にはp形InPのブロッキング層15、n形InPの埋め込み層16、n形InGaAsPのキャップ層17が順次エビタキシャル法によって埋め込まれる。

つぎに、第10図に示されるように、ホトリソグラフィによってウエハ7の主面にはSiO₂等からなる絶縁膜18が部分形成される。この絶縁膜18は前記活性層10、すなわち、光導波路の上層のクラッド層11の上部をスリット状にエッチングするためのエッチングマスクとなる。そこで、この絶縁膜18をマスクとして、キャップ層12とクラッド層11の上部をエッチングし、ス

リット19を形成する。これは、スリット19の真下のクラッド層11部分を横切って電流が流れないようにするものである。すなわち、この半導体光増幅素子(チップ)20は、一対のスリット19に挟まれたキャップ層12上には、第5図および第6図ならびに第13図に示されるように、後述するトリガー電極21が設けられ、スリット19の外側には後述する駆動電極22が設けられるが、駆動電極22によって注入された電流がチップ20の真下の光導波路部分に流れ込まないようにするためにとられた構造であり、レーザ光の発光制御性を高めるようになっている。

つぎに、第11図に示されるように、ホトリソグラフィによってウエハ7の主面にはSiO₂等からなる絶縁膜23が全面に形成されるとともに、部分的に除去される。この絶縁膜23は前記スリット19を埋める。また、絶縁膜23はストライプ状のメサ部の表面には設けられていない。そこで、この絶縁膜23をマスクとして亜鉛(Zn)がウエハ7の主面に打ち込まれ、クラッド層11

の途中深さに達する亜鉛拡散領域24(点々が施された領域)が形成される。この亜鉛拡散領域24はコンタクト電極のオーミック層になる。

つぎに、ウエハ7は裏面がエッチングされ、ウエハ7の全体の厚さが100 μ m程度とされる。その後、第12図に示すように、ウエハ7の主面にはアノード電極25が、裏面にはカソード電極26がそれぞれ設けられる。アノード電極25はCr/Au、カソード電極26はAuGeNi/Pd/Auとなり、いずれも蒸着およびアロイ処理によって形成されている。前記アノード電極25は第13図に示されるように、トリガー電極21と駆動電極22とからなり、相互に電氣的に独立して形成される。すなわち、トリガー電極21の電流注入部27は光導波路の真上では光導波路の中央部分に延在し、駆動電極22の電流注入部28はトリガー電極21を挟むように光導波路の両端側上部に延在している。そして、トリガー電極21および駆動電極22は光導波路を挟むようにチップ20の両側にワイヤを接続するための面

積が大きいボンディング領域29、30を有するようになっている。

つぎに、このようなウエハ7は縦横に分断され、第13図に示されるように、縦横が数百 μm 、高さが100 μm 程度のチップ20が製造される。

このような、半導体光増幅素子はその使用時、アノード電極25の駆動電極22とカソード電極26間に所望の電圧(たとえば、第4図のグラフで示す閾電流値 a よりも大きく、 b よりは小さい電流)を常時印可させておくとともに、信号電流をアノード電極25のトリガー電極21に導くようにする。この結果、トリガー電極21に信号が入らない状態では、第5図に示すように、カソード電極26(電極4)とアノード電極25の駆動電極22間で電流が流れ、光導波路の中央部分では電流が流れないことから、レーザ発振が生じない。しかし、アノード電極25のトリガー電極21に信号電流が流れると、第6図に示されるように光導波路はその全長において電流が流れるようになり、光導波路の両端のミラー面からレーザ光

31が発光する。このレーザ光31はトリガー電極21および駆動電極22に電流が流れることから、電流値は第4図のグラフにおける b なる電流値となり、高出力なものとなる。したがって、この半導体光増幅素子は小さな信号電流で高出力レーザ光を発光することができる。

(効果)

(1)本発明の半導体光増幅素子は、光導波路の両端側に駆動電極22の電流注入部28を配し、この電流注入部28の間の光導波路の上方にトリガー電極21の電流注入部27を配した構造となっていて、使用時はカソード電極26とアノード電極25の一部である駆動電極22にレーザ発光が生じない程度で電流を流しておき、信号電流を前記トリガー電極21に流すようになっているため、小さな信号電流でも高出力のレーザ光を発光することができ、高い光増幅効果が得られるという効果が得られる。

(2)本発明は、レーザ発光部を有する光モジュール、光IC等に適用することによって、小電流

で高精度なレーザ発光制御ができるという効果が得られる。

以上本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない、たとえば、トリガー電極の幅を選択することによって、信号の大小、使用目的の変化に対しても充分対処でき、前記実施例同様な効果が得られる。また、半導体レーザの素子構造の如何に拘わらず、本発明は適用でき、前記実施例同様な効果が得られる。

(利用分野)

以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野である光通信技術に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、たとえば、GaAs系による可視光半導体レーザを用いた計測技術、医療技術などに適用できる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例による半導体光増幅素子の概要を示す斜視図、

第2図は電極欠落がある従来の半導体レーザ素子を示す概略斜視図、

第3図は同じく電極欠落がある状態での電流の流れを示す半導体レーザ素子の断面的模式図、

第4図は同じく電極欠落のある半導体レーザ素子における高電流状態での高出力レーザ発振状態を示すグラフ、

第5図は第1図に示された半導体光増幅素子のトリガー電極に信号が入らないレーザ発光のない状態における電流の流れ状態を示す断面的模式図、

第6図は同じく半導体光増幅素子のレーザ発光状態における電流の流れ状態を示す断面的模式図、

第7図は本発明の半導体光増幅素子の製造に用いられるウエハの断面図、

第8図はメサエッチングが施されたウエハの断面図、

第9図は埋め込み成長処理が施されたウエハの断面図、

第10図は光導波路上のクラッド層が途中深さまでエッチングされた状態を示す断面図、

第11図は亜鉛拡散処理が施されたウエハの断面図、

第12図は電極が形成された状態のウエハの断面図、

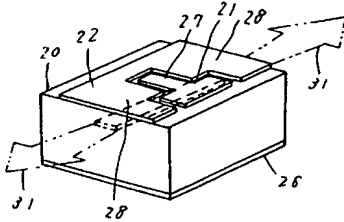
第13図は半導体光増幅素子を示す斜視図である。

1・・・レーザチップ、2・・・光導波路（共振器端面）、3、4・・・電極、5・・・電極欠落箇所、6・・・電流、7・・・化合物半導体薄板（ウエハ）、8・・・基板、9・・・パッファ層、10・・・活性層、11・・・クラッド層、12・・・キャップ層、13・・・多層成長層、14・・・マスク、15・・・ブロッキング層、16・・・埋め込み層、17・・・キャップ層、18・・・絶縁膜、19・・・スリット、20・・・半導体光増幅素子（チップ）、21・・・トリガー電極、22・・・駆動電極、23・・・絶縁膜、24・・・亜鉛拡散領域、25・・・アノード電極、26・・・カソード電極、27・・・電流注入部、28・・・電流注入部、29、30ボンディング領域、31・・・レーザ光

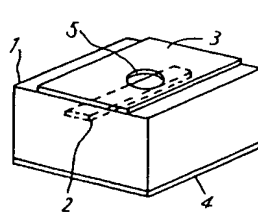
代理人 弁理士 小川勝男



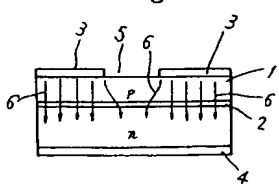
第 1 図



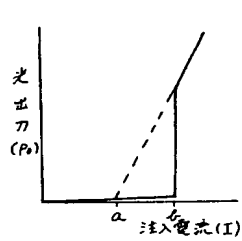
第 2 図



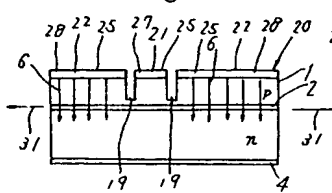
第 3 図



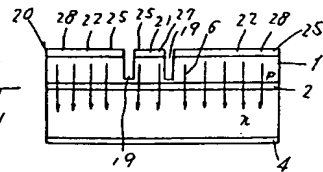
第 4 図



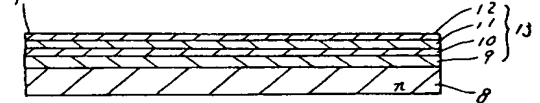
第 5 図



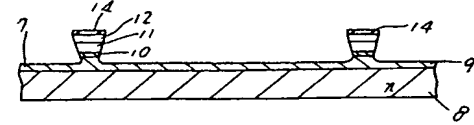
第 6 図



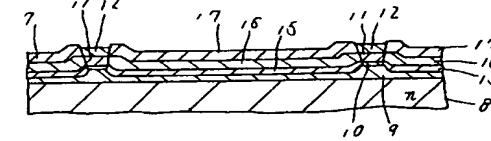
第 7 図



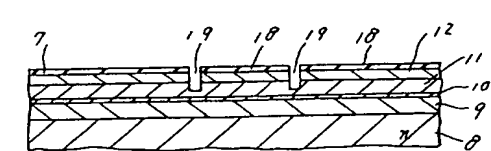
第 8 図



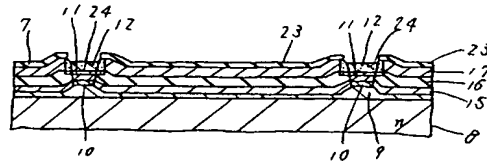
第 9 図



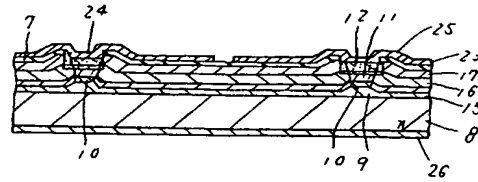
第 10 図



第 1 1 図



第 1 2 図



第 1 3 図

